

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DE PASTAS DE GESSO COM ADITIVO INCORPORADOR DE AR¹

ANDRADE, Ananda Criado de (1); SOUSA, José Getulio Gomes de (2); FERRAZ, Andréa de Vasconcelos (3); OLIVIER, Nelson Cárdenas (4)

(1) UNIVASF, e-mail: ananda.criado@hotmail.com; (2) UNIVASF, e-mail: jose.getulio@univasf.edu.br; (3) UNIVASF, e-mail: andrea.ferraz@univasf.edu.br; (4) UNIVASF, e-mail: nelson.cardenas@univasf.edu.br

RESUMO

O gesso é amplamente utilizado como opção para revestimento interno de paredes e tetos, entretanto a etapa de preparo e aplicação pode implicar em um tempo de espera improdutivo ou na geração de grande volume de resíduos. Com isso, o presente trabalho visa o estudo da adição de incorporador de ar em pastas de gesso com a finalidade de obter pastas trabalháveis, com consistência necessária para aplicação logo após a mistura, e ainda com um maior tempo para aplicação. Na metodologia foi considerada uma relação água/gesso de 0,4, um teor de aditivo retardador de pega de 0,02% e teores de aditivo incorporador de ar de 0%, 0,025%, 0,050% e 0,075%. No estudo avaliaram-se as propriedades no estado fresco (consistência, tempos de pega e teor de ar incorporado), e no estado endurecido (resistência à compressão, tração na flexão e de aderência e densidade de massa). A análise dos resultados indica que há viabilidade de aplicação das pastas de gesso com até 0,025% de aditivo incorporador de ar, pois nesse teor o processo de aplicação da pasta no revestimento não ficou comprometido, bem como suas propriedades no estado fresco e endurecido.

Palavras-chave: Aditivo incorporador de ar. Pastas de gesso. Revestimento.

ABSTRACT

Gypsum is widely used as an option for lining walls and ceilings, but its rapid hardening involves the generation of large volumes of waste. Thus, this paper aims to study the addition of air incorporator plaster folders in order to obtain workable folders with consistency required for application immediately after mixing, and with a longer time to application. In the methodology it is considered a lower water / plaster and additives: developer and air takes retarder being set retarder additive content of 0.02% and the additive content developer air varied from 0% to 0.075%. The experimental program evaluates the properties in the fresh state (consistency, setting time and entrained air content), and in the hardened state (compressive strength, tensile and bending the adhesion and mass density). The behavior identified shows that the increase in air content developer provides a reduction in mechanical strength. Therefore, the analysis of the results showed that there is feasibility of applying the plaster folders with up to 0.025% incorporator air additive because its properties in fresh and hardened state compatible with the defined by ABNT.

¹ ANDRADE, Ananda Criado de; SOUSA, José Getulio Gomes de; FERRAZ, Andréa de Vasconcelos; OLIVIER, Nelson Cárdenas. Avaliação de pastas de gesso com aditivo incorporador de ar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

Keywords: Additive incorporator air. Plaster folders. Coating.

1 INTRODUÇÃO

A NBR 13207 (1994) define o gesso para construção como material moído em forma de pó, obtido da calcinação da gipsita, constituído predominantemente de sulfato de cálcio. Na construção civil, pode ser utilizado tanto para execução de revestimentos internos como para confecção de divisórias e elementos pré-moldados.

Para revestimento interno, tem sido crescente a utilização das pastas de gesso, isso decorre da facilidade e rapidez na execução além do bom acabamento superficial, podendo até dispensar ou reduzir a aplicação de massa corrida. Conforme Breitsameter (2012), um revestimento com pasta de gesso apresenta uma produtividade média maior que um revestimento de argamassa do tipo massa única, 52,25 m²/dia contra 31,70 m²/dia, respectivamente.

No entanto, o curto tempo de pega das pastas de gesso tem como consequência um reduzido tempo disponível para aplicação do revestimento. Em função disso é gerado um grande desperdício de material, com valores médios de perda que podem chegar até 45% (AGOPYAN et. al., 1998; SANTOS, 2012).

O procedimento popular para execução do revestimento manual em gesso inicia com o polvilhamento e mistura de parte da pasta, em seguida, permanece em repouso (tempo de espera) até se atingir uma consistência para aplicação. Esse período é determinante para a produção do serviço de revestimento manual de gesso.

Uma forma de se ampliar a produtividade é reduzindo o tempo de espera, diminuindo dessa forma o tempo improdutivo. Para isso, pode se reduzir a relação água/gesso ou utilizar substâncias espessantes, que proporcionam alteração da consistência antes do término desse período. Em pesquisa realizada por Antunes (1999) se empregou a cal hidratada como agente espessante.

Para confecção de argamassas industrializadas, é comum a substituição da cal por aditivos incorporadores de ar. Nesse sentido, a utilização de aditivo incorporador de ar, também, se apresenta como alternativa para melhoria da trabalhabilidade das pastas de gesso, tendo em vista, que em argamassas proporcionam um ganho de plasticidade, maior rendimento e diminuição do módulo de elasticidade (ALVES, 2002).

Este trabalho visa avaliar o papel do aditivo incorporador de ar na matriz de gesso e ácido cítrico em uma razão água/gesso de 0,4. Dessa forma, é que se propõe a realização desse trabalho, que busca avaliar os efeitos da incorporação de ar nas misturas de gesso.

2 MATERIAIS

2.1 Água

Foi utilizada água destilada nos ensaios em que há essa prescrição normativa, nos demais ensaios se utilizou a água fornecida pela concessionária local.

2.2 Gesso

O gesso empregado na produção das pastas foi o gesso fino para revestimento, fornecido em sacos de 40 Kg, de um mesmo lote.

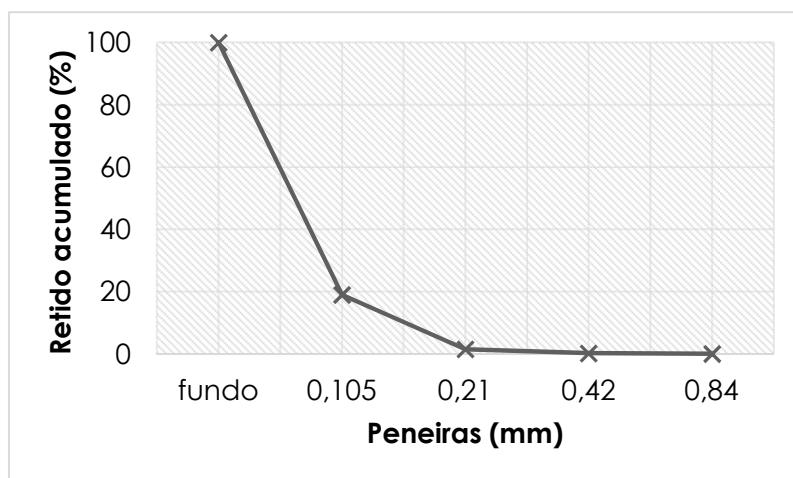
A caracterização física e mecânica desse material está indicada na Tabela 1 e Figura 1 onde é verificada a conformidade ao estabelecido na NBR 13207 (1994).

Tabela 1 - Caracterização física e mecânica do gesso

Propriedade	Valor	Limite	Método de ensaio
Massa unitária (kg/m ³)	671,83 ± 29,39	>700	NBR 12127 (1991)
Módulo de finura	0,21 ± 0,04	<1,10	
Massa específica (g/cm ³)	2,62 ± 0,01	-	NBR NM 23 (2000)
Consistência normal (a/g)	0,50 ± 0,03	-	NBR 12128 (1991)
Tempo de início de pega (min)	18 ± 1,4	>10	
Tempo de fim de pega (min)	21 ± 2,1	>45	
Resistência à compressão (MPa)	16,78 ± 1,08	>8,40	NBR 12129 (1991)

Fonte: Autores

Figura 1 - Curva granulométrica do gesso hemidratado



Fonte: Autores

2.3 Aditivo retardador de pega

O aditivo utilizado foi o ácido cítrico ($C_6H_8O_7$), que com frequência tem sido utilizado pelos gesseiros da região. De acordo com Hincapié e Cincotto

(1997), o ácido cítrico consegue com 0,03% retardar em uma hora o início da pega. Nos experimentos realizados, foi previsto um teor ligeiramente abaixo, que se manteve fixo em 0,02%.

2.4 Aditivo incorporador de ar

O aditivo incorporador de ar utilizado nessa pesquisa foi um aditivo à base de lauril sulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), comumente usado em argamassas de cimento e areia.

Em pesquisa realizada por Alves (2002), que utilizou o mesmo aditivo para se confeccionar argamassas, empregaram-se os teores de 0,0125%, 0,025% e 0,050%. Nesse trabalho utilizaram-se os valores de 0,025%, 0,050% e 0,075% em relação à massa de gesso.

3 PROCEDIMENTOS

Para se avaliar as propriedades físicas e mecânicas das pastas de gesso com aditivo incorporador de ar, foram estabelecidas algumas condições fixas, que são um teor de aditivo retardador de pega de 0,02%, a relação água/gesso de 0,4 e um tempo de mistura de 3 minutos.

3.1 Preparo das pastas

O proporcionamento dos materiais para a confecção das pastas foi feito em massa e a mistura dos materiais foi feita em um misturador elétrico (argamassadeira) com capacidade de mistura em torno de 3 kg.

O processo de preparo das pastas de gesso foi adaptado ao proposto pela NBR 12128 (1991). Inicialmente os aditivos foram dissolvidos na água de amassamento, em seguida houve o polvilhamento do gesso sobre a água durante 1 minuto e ao término desse tempo procedeu-se mistura dos materiais por 3 minutos.

Na Tabela 2 é apresentada a matriz experimental dessa pesquisa.

Tabela 2 – Matriz experimental

Pasta	Gesso	Adit. Incorporador	Adit. Retardador	Relação água/gesso	Tempo de mistura
GA-0	100%	0%	0,02%	0,4	3 min
GA-0,025	100%	0,025%	0,02%	0,4	3 min
GA-0,050	100%	0,050%	0,02%	0,4	3 min
GA-0,075	100%	0,075%	0,02%	0,4	3 min

Fonte: Autores

3.2 Ensaios no estado fresco

Os ensaios realizados para caracterização das pastas de gesso no estado

fresco foram consistência, tempo de pega e teor de ar incorporado.

3.2.1 Consistência

A consistência das pastas de gesso foi avaliada conforme descrito na NBR 12128 (1991), utilizando o aparelho de Vicat modificado, que permite verificar a consistência por meio da penetração, em mm, de uma sonda cônica na pasta.

3.2.2 Tempo de pega

A determinação do tempo de pega do gesso é normatizada pela NBR 12128 (1991), utilizando o aparelho de Vicat. A contagem dos tempos de início e fim de pega foi iniciada a partir do contato do gesso com a água, sendo registrado o início de pega quando a agulha de Vicat estaciona a 1 mm da base e o fim de pega no instante em que a agulha não deixa mais impressões na superfície das pastas.

3.2.3 Teor de ar incorporado

Para estimativa do teor de ar incorporado nas pastas de gesso utilizou-se a NBR 13278 (2005), que apresenta um método de ensaio gravimétrico para a determinação do teor de ar em argamassas, porém foi aplicada para as pastas de gesso devido a semelhança entre os dois materiais.

3.3 Ensaios no estado endurecido

Para caracterização das pastas de gesso no estado endurecido foram utilizados os ensaios de resistência à compressão, resistência à tração na flexão e densidade de massa.

Na preparação da pasta usadas nos corpos de prova utilizou o procedimento descrito no item 3.1. Após a mistura, a pasta era transferida para moldes impermeáveis e rígidos, onde permaneceram em ambiente de laboratório por um período de aproximadamente 4 a 6 horas. Após a desmoldagem os corpos de prova foram colocados em estufa para secagem com temperatura constante de 40 °C durante 7 dias, em seguida foram ensaiados.

3.3.1 Resistência à compressão

A determinação da resistência à compressão utilizou metodologia recomendada pela NBR 12129 (1991), utilizando máquina de ensaios EMIC, com capacidade de 10 tf. Para cada tipo de mistura foram moldados 3 corpos de prova cúbicos com 50 mm de aresta.

3.3.2 Resistência à tração na flexão

O ensaio seguiu os procedimentos da NBR 13279 (2005), foi utilizada máquina de ensaios EMIC, com capacidade de 2 tf, foram moldados 3 corpos de prova, com dimensões de 40 mm x 40 mm x 160 mm, para cada tipo de mistura analisada. O ensaio consiste na aplicação de uma carga no centro do corpo de prova, que é colocado sobre dois apoios com distância entre si de 100 mm.

3.3.3 Densidade de massa

O objetivo desse ensaio é determinar a densidade do gesso no seu estado endurecido, foi utilizado o procedimento da NBR 13280 (2005). Antes de se realizar o ensaio de resistência à compressão, os corpos de prova cúbicos foram pesados e medidas as dimensões. Com esses dados, calculou-se o volume e através da relação com a massa obtinha-se a densidade de massa no estado endurecido.

3.3.4 Resistência de aderência

Para o estudo, foram executados revestimentos de acordo com a NBR 13867 (1997), o substrato empregado para a aplicação foi alvenaria de bloco cerâmico, sem chapisco e com a superfície previamente umedecida. Quanto ao preparo da pasta, os aditivos foram dissolvidos na água de amassamento e em seguida, o gesso polvilhado. A mistura foi realizada em argamassadeira planetária. A espessura do revestimento foi padronizada com mestras em 2 cm.

Após 28 dias, procedeu-se o corte do revestimento com serra copo e a colagem, com cola à base de resina epóxi, de 12 pastilhas circulares com diâmetro de 50 mm. O ensaio de resistência de aderência à tração foi executado conforme NBR 13528 (2010), através de equipamento de tração conectado aos suportes metálicos, que possibilitou a aplicação de uma carga constante e perpendicular à superfície até a ruptura do corpo de prova. A resistência de aderência foi calculada por meio da relação entre a força de ruptura e a área da secção transversal.

4 RESULTADOS

4.1 Resultados no estado fresco

Na Tabela 3 são apresentados os resultados obtidos no para os ensaios realizados no estado fresco.

Tabela 3 – Resultados no estado fresco

Propriedades	Resultados			
	GA-0	GA-0,025	GA-0,050	GA-0,075
Consistência (mm)	17 ± 1,5	19 ± 0,9	19 ± 0,4	19 ± 0,3

Tempo de início de pega (min)	$32 \pm 2,12$	$35 \pm 2,83$	$-0,08 \pm 0,03$	$17 \pm 1,50$
Tempo de fim de pega (min)	$35 \pm 2,83$	$45 \pm 1,41$	$46 \pm 2,83$	$41 \pm 1,98$
Teor de ar incorporado (%)	$-0,08 \pm 0,03$	$7,87 \pm 0,08$	$9,33 \pm 0,36$	$11,47 \pm 1,01$

Fonte: Autores

Com relação à consistência das pastas, o aumento no teor de aditivo incorporador de ar provocou um pequeno aumento na penetração da sonda cônica, indicando que as pastas se tornaram mais fluidas. No entanto, a similaridade dos resultados, permite concluir que não foi tão expressivo o efeito do teor de aditivo incorporador de ar na consistência das pastas de gesso.

Quanto aos tempos de pega, a NBR 13207 (1994) especifica que a pasta de gesso para revestimento deve apresentar tempo de início de pega maior que 10 min e tempo fim de pega maior que 45 min. Todas as misturas atenderam ao tempo de inicio, entretanto, apena a pasta GA-0,050 obtiveram tempo de fim de pega maior que 45 minutos.

A pasta com 0,025% de aditivo incorporador apresentou tempos de pega maiores que a pasta de referência (GA-0), todavia para teores maiores, como 0,050% e 0,075% ocorreu uma diminuição nos tempo de início de pega, embora os valores obtidos ainda foram maiores que o tempo de inicio de pega da pasta GA-0.

Quanto aos resultados do ensaio de teor de ar incorporado, pode-se notar um aumento no volume de ar incorporado à medida que se aumentou o teor de aditivo, chegando a 11,47%. Esse comportamento corrobora com o obtido por Alves (2002) e Romano (2013), que estudaram a incorporação de ar em argamassas.

4.2 Resultados no estado endurecido

Os resultados para as análises no estado endurecido foram agrupados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados no estado endurecido

Propriedades	Resultados			
	GA-0	GA-0,025	GA-0,50	GA-0,075
Densidade de massa (kg/m ³)	$23,27 \pm 1,1$	$19,37 \pm 1,35$	$17,24 \pm 0,45$	$15,99 \pm 0,64$
Resistência à compressão (MPa)	$23,27 \pm 1,1$	$19,37 \pm 1,35$	$17,24 \pm 0,45$	$15,99 \pm 0,64$
Resistência à tração (MPa)	$8,71 \pm 0$	$6,89 \pm 0$	$6,68 \pm 0,24$	$5,94 \pm 0,04$
Resistência de aderência (MPa)	$0,75 \pm 0,24$	$0,69 \pm 0,11$	$0,50 \pm 0,11$	$0,31 \pm 0,06$

Fonte: Autores

A densidade de massa das pastas apresentou uma redução com o aumento do teor de aditivo incorporador de ar. Provavelmente devido à presença

das microbolhas de ar na pasta endurecida, tornando os corpos de prova mais leves. Essa redução foi de 10% para o maior teor analisado (GA-0,075).

Os resultados permitem identificar uma redução na resistência à compressão à medida que se aumenta o teor de aditivo incorporador de ar. Em relação à pasta de referência (GA-0) houve uma redução na resistência em 17%, 25,9% e 36%, respectivamente, para os teores de 0,025%, 0,050% e 0,075%. Esse decréscimo pode estar associado à porosidade proporcionada às pastas.

A NBR 13207 (1994) estabelece um valor mínimo de 8,40 MPa para a resistência à compressão das pastas de gesso, todas as pastas alcançaram valores maiores que o mínimo.

Ainda de acordo com a Tabela 4, também ocorreram reduções na resistência à tração na flexão e resistência de aderência das pastas de gesso com o aditivo incorporador de ar.

Essas resistências não estão especificadas nas normas para gesso. Entretanto para a resistência de aderência foi utilizada a norma de argamassa NBR 13749 (2013), que define para um revestimento interno que receberá acabamento com pintura deve apresentar uma resistência maior ou igual a 0,20 MPa. Conforme esse parâmetro, todas as pastas apresentaram valores acima do limite normativo.

Acerca do processo de execução dos revestimentos, as pastas com aditivo incorporador de ar se mostraram com consistência adequada para aplicação logo após a mistura. No entanto, foi identificado um aumento na viscosidade, o que dificultou a aplicação das pastas de gesso no substrato. O acabamento superficial ficou comprometido, pois essa característica implicou em dificuldades durante a etapa de acabamento proporcionando irregularidades e ranhuras no revestimento. Esse efeito foi mais acentuado, nos teores de aditivo incorporador de ar de 0,05% e 0,075%.

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos e das análises realizadas, pode-se concluir:

- O teor de ar não provocou alterações significativas na consistência das pastas;
- O aumento no teor de aditivo incorporador de ar proporciona um aumento no volume de ar nas pastas;
- A resistência mecânica das pastas de gesso reduz com o aumento do teor de ar incorporado, mas ainda assim atende aos valores normalizados;
- Com relação ao processo de execução dos revestimentos, as pastas com aditivo incorporador de ar se mostraram com consistência adequada para aplicação logo após a mistura. No entanto, foi identificado um aumento na viscosidade que dificultou a aplicação das pastas de gesso no substrato;

- O acabamento superficial, também ficou comprometido observando-se dificuldades durante a etapa de acabamento do revestimento. Esses efeitos foram mais acentuados nos teor de aditivo incorporador de ar de 0,05% e 0,075%;
- Foi observada uma redução na resistência de aderência à tração dos revestimentos devido ao aumento do teor de ar incorporado, porém em todas as pastas estudadas os valores de resistência de aderência foram superiores ao limite normativo recomendado para argamassas de revestimento;
- A pasta GA-0, que contém menor relação água/gesso e apenas aditivo retardador de pega, apresentou desenvolvimento satisfatório em todos os ensaios mostrando viabilidade para aplicação prática.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESB, ao Laboratório de Ensaios de Materiais e Técnicas construtivas (LABMATEC) e ao Laboratório de Ensaios Mecânicos (LEM) da UNIVASF pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. **Alternativas para redução de desperdício de materiais nos canteiros de obras.** São Paulo, FINEP, ITQC, PCC, 1998.

ALVES, N. J. D. **Avaliação dos aditivos incorporadores de ar em argamassas de revestimento.** Dissertação (Mestrado), Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

ANTUNES, R. P. N. **Estudo da influência da cal hidratada nas pastas de gesso.** São Paulo, 1999.145p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12128:** Gesso para construção – determinação das propriedades físicas da pasta. Rio de Janeiro, 1991b.

_____. **NBR 12129:** gesso para construção – determinação das propriedades mecânicas: Rio de Janeiro, 1991c.

_____. **NBR 12130:** gesso para construção civil – determinação da água livre e de cristalização e teores de óxido de cálcio e anidrido sulfúrico. Rio de Janeiro, 1991d.

_____. **NBR 13207:** gesso para construção civil. Rio de Janeiro, 1994.

_____. **NBR 13278:** argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13279**: argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13280**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13528**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 13749**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 13867**: revestimento interno de paredes e tetos com pasta de gesso - Materiais, preparo, aplicação e acabamento. Rio de Janeiro, 1997.

BREITSAMETER, B. **Revestimento interno de paredes e tetos**: Estudo comparativo dos sistemas pasta de gesso e argamassa do tipo massa única. 2012, 77p. Trabalho de Conclusão de Curso - UFRGS, Porto Alegre, 2012.

HINCAPIÉ, A. M.; CINCOTTO, M. A. Efeito de retardadores de pega no mecanismo de hidratação e na microestrutura do gesso de construção. **Ambiente Construído**, São Paulo, v.1, nº2, p.07-16, jul/dez, 1997b.

ROMANO, R. C. O. **Incorporação de ar em materiais cimentícios aplicados em construção civil**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 200p. 2013

SANTOS, E. F. S. **Gestão de resíduos sólidos na construção civil “Ciclo do gesso em uma obra de edificação”**. Campina Grande, UEPB, 2012, 36p.